

PCT

ORGANISATION MONDIALE DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE  
Bureau international

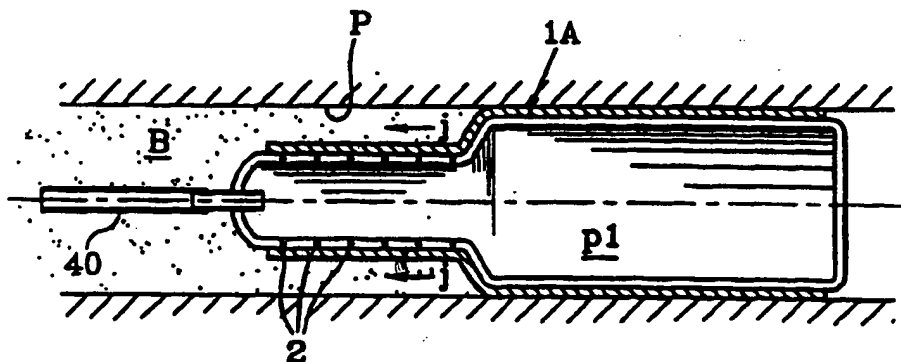
(156)

## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(51) Classification internationale des brevets <sup>6</sup> : E21B 43/10, 33/127, 29/10, F16L 55/132		A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 97/06346
			(43) Date de publication internationale: 20 février 1997 (20.02.97)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR96/01226		(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BE, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, brevet ARIPO (KE, LS, MW, SD, SZ, UG), brevet ouest-africain (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).	
(22) Date de dépôt international: 2 août 1996 (02.08.96)			
(30) Données relatives à la priorité: 95/09694 4 août 1995 (04.08.95) FR			
(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): DRILLFLEX (FR/FR); Z.A.C. des Monts-Gautier, 29, rue Lavoisier, F-35230 Châtillon-sur-Seiche (FR).			
(72) Inventeur; et			
(73) Inventeur/Déposant (US seulement): SALTEL, Jean-Louis (FR/FR); 12, avenue de la Motte, F-35650 Le Rheu (FR).			
(74) Mandataire: LE FAOU, Daniel; Cabinet Regimbeau, 11, rue Franz-Heller, Boîte postale 19107, F-35019 Rennes Cédex 7 (FR).			
		Publiée Avec rapport de recherche internationale.	

(54) Title: INFLATABLE TUBULAR SLEEVE FOR TUBING OR OBTURATING A WELL OR A PIPE

(54) Titre: MANCHON TUBULAIRE GONFLABLE POUR TUBER OU OBTURER UN PUIT OU UNE CANALISATION



## (57) Abstract

Inflatable and radially deformable tubular sleeve for the casing or obturation of a well (P) or a pipe. The wall of the sleeve (1) is provided with a series of breakable restraining rings (2) axially offset with respect to each other and intended to be broken one after the other in the longitudinal direction of the sleeve inflated by an internal pressure fluid (p). Thus, the liquid (B) present in the well is progressively discharged, thereby avoiding the formation of pockets outside the casing. Application to the oil industry.

(57) Abrégé

Manchon tubulaire gonflable et radialement déformable pour le tubage ou l'obturation d'un puits (P) ou d'une canalisation. La paroi du manchon (1) est munie d'une série de bagues de contention frangibles (2) décalées axialement les unes par rapport aux autres, et aptes à se rompre les unes après les autres suivant la direction longitudinale du manchon lorsqu'il est gonflé par un fluide interne sous pression (p). Ainsi le liquide (B) présent dans le puits est refoulé progressivement, évitant la formation de poches à l'extérieur du tubage. Industrie pétrolière.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AT	Autriche	GB	Royaume-Uni	MW	Malawi
AU	Australie	GE	Géorgie	MX	Mexique
BB	Barbade	GN	Gambie	NE	Niger
BE	Belgique	GR	Grèce	NL	Pays-Bas
BF	Burkina Faso	HU	Hongrie	NO	Norvège
BG	Bulgarie	IE	Irlande	NZ	Nouvelle-Zélande
BJ	Bénin	IT	Italie	PL	Pologne
BR	Brazil	JP	Japon	PT	Portugal
BY	Bélarus	KE	Kenya	RO	Roumanie
CA	Canada	KG	Kirghizistan	RU	Fédération de Russie
CF	République centrafricaine	KP	République populaire démocratique de Corée	SE	Suède
CG	Congo	KR	République de Corée	SG	Singapour
CH	Suisse	KZ	Kazakhstan	SI	Slovenie
CI	Côte d'Ivoire	LI	Liechtenstein	SK	Slovaquie
CM	Cameroun	LK	Sri Lanka	SN	Sénégal
CN	Chine	LR	Libérie	SE	Soudan
CS	Tchécoslovaquie	LT	Lituanie	TD	Tchad
CZ	République tchèque	LU	Luxembourg	TO	Togo
DE	Allemagne	LV	Lettonie	TJ	Tadjikistan
DK	Danemark	MC	Monaco	TT	Trinité-et-Tobago
EE	Estonie	MD	République de Moldova	UA	Ukraine
ES	Espagne	MG	Madagascar	UG	Ouganda
FI	Finlande	ML	Mali	US	Etats-Unis d'Amérique
FR	France	MN	Mongolie	UZ	Ouzbékistan
GA	Gabon	MR	Mauritanie	VN	Viet Nam

## MANCHON TUBULAIRE GONFLABLE POUR TUBER OU OBTURER UN Puits OU UNE CANALISATION

La présente invention concerne un manchon tubulaire gonflable, et radialement déformable, servant au tubage ou à l'obturation d'un puits ou d'une canalisation.

5 Pour le tubage d'un puits de forage pétrolier, ainsi que pour des applications similaires, il a déjà été proposé des préformes tubulaires souples, durcissables in situ ; elles sont destinées à être mises en place à l'état radialement replié ou non expansé - état dans lequel elles possèdent un encombrement radial faible - puis être dépliées et/ou expansées radialement par application d'une pression intérieure, avant d'être durcies in situ, notamment par polymérisation.

10 Des préformes de ce type sont décrites par exemple dans les documents WO-91/18180, WO-94/21887 et WO-94/25655.

Sous la désignation "radialement déformable" on désignera des manchons pouvant être radialement déployés soit par simple dépliement (comme c'est le cas pour la préforme décrite dans le WO-91/18180 notamment), soit qui peuvent être simplement  
15 expansés radialement (sans dépliement), par accroissement de leur diamètre sous l'effet d'une pression interne, soit qui peuvent être successivement dépliés puis mis en expansion (comme c'est le cas pour la matrice et la préforme du document WO-94/25655 notamment).

L'invention a été conçue pour un manchon servant d'outil à dilater une  
20 préforme, cet outil étant du même type général que l'outil de dilatation de la préforme - appelé matrice - décrit dans le WO-94/25655 déjà cité ; cette matrice est initialement solidaire de la préforme, à l'intérieur de laquelle elle est montée. Après gonflage de l'ensemble matrice/préforme, et solidification de la préforme, la matrice est arrachée.

Toutefois, l'invention s'applique également à des manchons servant  
25 d'outils d'obturation de la paroi d'un puits, pour empêcher des fuites de fluide, cet outil étant désigné couramment dans la profession sous le nom anglais de "packer".

Dans un mode de réalisation possible, le manchon tubulaire objet de l'invention peut également consister dans la préforme elle-même.

Lors de l'opération de déformation radiale (par dépliement et/ou expansion)  
30 d'un tel manchon à l'intérieur d'un puits ou d'une canalisation, il y a un risque, si l'expansion de la préforme est non contrôlée, de formation de poches de liquide qui se trouve enfermées entre le manchon et la paroi du puits ou de la canalisation. En effet, dans les applications de forage pétrolier ou analogues, il est courant que le puits ou la canalisation soit remplie d'eau, de boue, ou d'un autre liquide.

On comprend aisément que ceci pose un problème, car le manchon ou la préforme qui l'entoure ne peuvent s'appliquer correctement contre la paroi du puits ou de la canalisation, et le tubage obtenu n'est pas parfaitement cylindrique et n'est pas bien ancré.

- 5 Pour des membranes gonflables équipant des outils obturateurs ("packer") on a tenté de pallier cette difficulté en faisant varier la composition du matériau constitutif de la membrane - ou manchon - (à base de caoutchouc synthétique) d'une extrémité à l'autre, de telle manière que sa résistance à l'expansion radiale varie progressivement. Ainsi, lorsqu'on introduit dans l'outil un fluide sous pression, la membrane se dilate  
10 progressivement d'une extrémité à l'autre de l'outil, ce qui permet de chasser régulièrement le liquide emprisonné entre la membrane et le puits ou la canalisation, au fur et à mesure de l'opération, vers l'extrémité dont la résistance à l'expansion est la plus forte, extrémité où l'expansion va se faire en dernier.

- 15 Si, dans son principe, cette technique donne satisfaction, elle est délicate et coûteuse à mettre en oeuvre, du fait que la composition du matériau constitutif du manchon n'est pas la même sur l'ensemble du produit. La variation de cette composition est difficile à maîtriser et, surtout, n'est pas applicable à des manchons de grande longueur.

- 20 C'est pourquoi, la présente invention a pour objectif de proposer un manchon du genre qui vient d'être mentionné, destiné à servir au tubage d'un puits ou d'une canalisation, notamment pour des applications pétrolières, ce manchon ayant une structure telle que son expansion se fasse également de manière progressive d'une extrémité à l'autre, ceci de façon parfaitement maîtrisée, indépendamment de sa longueur.

- 25 Ce résultat est atteint, conformément à l'invention, grâce au fait que la paroi du manchon est munie d'une série de bagues de contention frangibles identiques, et décalées axialement les unes par rapport aux autres, et aptes à se rompre les unes après les autres suivant la direction longitudinale du manchon lorsqu'il est gonflé par un fluide interne sous pression.

- 30 Par ailleurs, selon un certain nombre de caractéristiques avantageuses, non limitatives de l'invention :

- les bagues sont régulièrement espacées les unes des autres, d'un écartement constant ;
- le manchon présente un tronçon dépourvu de bague ;
- le manchon présente un tronçon qui est muni de bagues dont le seuil de  
35 rupture est sensiblement plus faible que celui des autres bagues ;
- le tronçon dépourvu de bague ou muni de bagues à seuil de rupture plus faible, est une zone d'extrémité du manchon ;

- le tronçon dépourvu de bague, ou muni de bagues à seuil de rupture plus faible, est une zone médiane du manchon ;

- les bagues sont toriques ;

- les bagues sont noyées à l'intérieur de la paroi du manchon ;

5

- le manchon est formé dans un matériau élastomère synthétique ;

- le manchon constitue un outil servant à dilater une préforme souple et radialement déformable, durcissable in situ pour former le tubage du puits ou de la canalisation ;

10

- ce manchon est solidaire initialement de la préforme et qu'il est extractible en fin d'opération.

- le manchon constitue un outil d'obturation du puits ou de la canalisation ("packer") ;

15

- le manchon constitue la préforme souple et radialement déformable, durcissable in situ pour former elle-même le tubage du puits ou de la canalisation, après solidification.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront de la description et des dessins annexés qui en représentent, à simple titre d'exemple, des modes de réalisation non limitatifs.

Sur ces dessins :

20

- la figure 1 est une vue en coupe longitudinale d'un ensemble constitué par un manchon tubulaire gonflable conforme à l'invention, logé à l'intérieur d'une préforme souple et durcissable in situ ;

- les figures 2 et 3 sont des vues en coupe transversale de la préforme de la figure 1, respectivement avant et après extension radiale ;

25

- les figures 4 à 8 sont des vues schématiques illustrant différentes étapes du tubage d'un puits à l'aide de l'ensemble représenté aux figures 1 et 2 ;

- les figures 9 et 10 représentent schématiquement des variantes du manchon de la figure 1 (sans la préforme associée).

30

A la figure 1 on a représenté, et désigné sous la référence 1, un outil servant à la dilatation d'une préforme souple, durcissable in situ - à l'intérieur d'un puits ou d'une canalisation - par polymérisation.

35

Cet outil 1 - ou matrice - consiste en un manchon tubulaire cylindrique, de forme générale allongée, dont la paroi cylindrique est référencée 10. Le manchon est obturé à ces deux extrémités par des cloisons transversales 11, 12, dont l'un - en l'occurrence la cloison 11 - est traversée, de manière étanche, par un embout 4 destiné à être raccordé sur un conduit 40 servant à introduire un fluide sous pression, par exemple de l'eau, à l'intérieur du manchon afin d'en provoquer l'expansion radiale.

Le matériau constitutif du manchon est par exemple un caoutchouc synthétique (élastomère) ou un matériau à base d'élastomère. Ce matériau est le même, et ses caractéristiques mécaniques identiques, sur toute la longueur du manchon ; il est donc possible de le confectionner sur une grande longueur.

5 Le manchon 1 est inséré à l'intérieur d'une préforme également tubulaire 3, initialement souple, mais durcissable in situ par polymérisation.

La préforme a une paroi constituée d'une résine 30 qui est initialement fluide (malléable), mais est durcissable à chaud par polymérisation. Cette résine est confinée entre une peau extérieure 31, en matériau souple et élastique, et la paroi 10 du manchon, qui fait office de peau intérieure.

L'axe de l'ensemble est référencé XX'.

Cet ensemble est du même type général que celui décrit dans le document WO-94/25655 (voir notamment les figures 9 à 12).

15 Des moyens de liaison provisoires non représentés assurent initialement la solidarisation du manchon 1 avec la préforme 3 qui l'entoure. Ces moyens sont adaptés pour se rompre en fin d'opération (après durcissement de la préforme) ce qui permet alors l'arrachement du manchon intérieur, comme cela sera expliqué plus loin.

20 Selon une caractéristique essentielle de l'invention, la paroi du manchon 1 est munie d'une série de bagues de contention frangibles qui sont décalées axialement les unes par rapport aux autres et sont aptes à se rompre sous l'effet d'un effort d'extension qui dépasse un seuil déterminé, sous l'effet d'une pression interne visant à les dilater radialement.

Le seuil de rupture de l'ensemble des bagues 2 est sensiblement identique.

25 Ces bagues sont régulièrement espacées les unes des autres, d'un écartement constant  $e$ .

Comme on le voit à l'observation de la figure 1, la totalité du manchon 1 n'est pas garnie de bagues. Celles-ci sont prévues seulement sur un tronçon 1A qui correspond à la majeure partie du manchon, de longueur  $L$ , du côté de l'embout 4 - ou côté amont -.

30 Par convention, on désignera par côté "amont" le côté du puits qui débouche vers l'extérieur, par lequel arrive le fluide de gonflage, depuis la tête de puits.

Le tronçon situé du côté opposé (aval), de longueur  $l$  réduite (très sensiblement inférieure à  $L$ ), n'est pas muni de bagues.

35 De préférence, les bagues 2 sont toriques, c'est-à-dire qu'elles ont une forme circulaire et une section également circulaire, mais ce n'est pas obligatoire.

Chaque bague peut être avantageusement constituée d'un fil, par exemple en plastique ou en métal, enroulé sur lui-même sur plusieurs tours pour former une bague.

De préférence, les bagues sont enduites d'une substance qui favorise son glissement par rapport au matériau élastomère dans lequel elles sont noyées. La substance est par exemple de l'huile de silicone.

Ceci réduit les risques de déchirement de la paroi du manchon lors de la rupture de bagues, et facilite le glissement des bagues sur la paroi 10 du manchon, glissement nécessaire lors de son expansion.

A titre indicatif, non limitatif, on donnera les valeurs dimensionnelles suivantes :

- longueur totale  $L + l$  du manchon : 20m.
- longueur  $L$  du tronçon 1A équipée de bagues : 18m.
- longueur  $l$  du tronçon 1B dépourvu de bagues : 2m.
- distance  $e$  entre les bagues : 10mm.
- épaisseur (en direction radiale) de la paroi 10 de la matrice : 10mm.
- épaisseur (en direction radiale) de la paroi 30 de la préforme : 10mm.
- diamètre de l'ensemble matrice/préforme avant gonflage (état de la figure 2) : 100mm.
- diamètre de cet ensemble après gonflage (figure 3) : 160mm.

La figure 4 représente la phase initiale de tubage d'un puits de forage pétrolier dont la paroi, approximativement cylindrique, est référencée P.

Sur les dessins le puits est horizontal ; il peut cependant avoir une direction quelconque, notamment être vertical, l'invention demeurant applicable dans ce cas.

Le diamètre de l'ensemble préforme/matrice est choisi de telle sorte qu'à l'état radialement expansé, la préforme puisse s'appliquer convenablement contre cette paroi P, afin de servir au tubage du puits.

L'ensemble matrice/préforme est mis en place, au moyen d'un outillage approprié connu, à partir de l'extérieur du puits, de la gauche vers la droite s'y on se réfère à la figure 4 ; sur cette figure, l'ensemble matrice/préforme se trouve dans la position voulue, en vis-à-vis de la zone de paroi P à tuber.

Cet ensemble se trouve immergé à l'intérieur d'un liquide, tel que de la boue, référencé B qui est présent dans le puits.

Il est possible, depuis la tête de puits, d'introduire à l'intérieur du manchon 1 un liquide sous pression tel que de l'eau, via le conduit 40 et l'embout 4.

Comme cela est bien connu, ce fluide sous pression va gonfler le manchon 1, et la préforme qui l'entoure, l'ensemble étant dilaté radialement contre la paroi P.

En l'absence des bagues 2, cette dilatation se ferait de manière non contrôlée, ce qui risquerait de créer à l'extérieur de l'ensemble matrice/préforme des poches dans lesquels se trouverait emprisonné un certain volume de liquide B, contrariant ainsi l'opération de tubage.

5 Grâce à l'agencement selon l'invention, sous l'effet de la pression  $p$  du liquide sous pression introduit dans le manchon (flèche F figure 5) la zone aval 1B va s'expanser prioritairement, du fait qu'elle est dépourvue de bagues de contention et possède donc une aptitude à la déformation plus grande que le reste 1A du manchon. Cette dilatation s'accompagne d'une diminution de la dimension axiale de cette partie 1B, 10 qui vient s'appliquer par l'intermédiaire du tronçon de préforme que l'entoure contre la paroi P. Au cours de cette dilatation, la boue qui se trouvait à l'extérieur de cette zone est chassée à la fois vers l'amont et vers l'aval, comme symbolisé par les flèches I à la figure 5.

15 Le risque de formation de poches autour du tronçon 1B est réduit car cette zone a une longueur l limitée.

Si on continue à augmenter la pression du liquide contenu à l'intérieur du manchon, pour le faire passer à une valeur  $p_1$  supérieure à  $p$ , on va provoquer au bout d'un certain temps la rupture de la bague 2 qui est située la plus en aval. En effet, comme 20 cela peut se démontrer aisément par le calcul, c'est cette bague qui est soumise à l'effort d'extension la plus grande. Une fois qu'elle s'est rompue, c'est la bague suivante, côté amont qui va se rompre.

On observe ainsi une rupture progressive de l'ensemble des bagues 2, les unes après les autres, d'aval vers l'amont (de la droite vers la gauche) des figures 5 et 6.

25 Grâce à cette propagation contrôlée du front d'expansion, le liquide B qui se trouve présent entre la préforme et la paroi P se trouve refoulé progressivement, également de l'aval vers l'amont, comme cela est symbolisé par les flèches J. Ce refoulement évite la formation des poches, dont l'inconvénient a été mentionné plus haut.

Une fois que l'ensemble des bagues s'est rompu, et que la préforme est totalement appliquée contre la paroi P, on procède à sa polymérisation par la chaleur ; 30 cette opération peut se faire par exemple en introduisant un liquide chaud à l'intérieur de la matrice et/ou par effet Joule, au moyen de conducteur électrique (fil chauffant) noyé dans la matrice ou dans la préforme.

A titre indicatif, les pressions de gonflage  $p$  et  $p_1$  sont respectivement de l'ordre de 5 et 15 bars.

35 La figure 3 illustre une opération de dilatation au cours de laquelle la bague 2 s'est cassée en trois morceaux 2a, 2b et 2c. Elle pourrait se casser en un seul point ou au contraire en un nombre de morceaux plus grand. Il va de soi que les bagues doivent



également être souples de telle manière que leur courbure peut se modifier et suivre celle du manchon après rupture de la bague. Comme déjà dit, les bagues sont avantageusement enduites d'un revêtement facilitant le glissement relatif de la bague - ou des morceaux de bague - par rapport au matériau de la paroi du manchon après rupture de la bague.

5           Après solidification de la préforme, qui est devenu un tubage rigide 3' (figure 7) la matrice est arrachée, comme cela est symbolisé par la flèche G à la figure 8.

          Dans le mode de réalisation qui vient d'être décrit, on a considéré que la dilatation de l'ensemble matrice/préforme se faisait uniquement par expansion radiale. Il va de soi que l'invention s'applique également à des ensembles initialement pliés  
10           longitudinalement (en forme de "U" ou en forme d'escargot), comme cela est représenté en particulier dans le WO-91/18180 ou dans le WO-94/25655 (figures 6A et 6B).

          Le manchon, référencé 5, qui fait l'objet de la variante représentée à la figure 9 comprend un tronçon principal 5A de longueur L, pourvu de bagues 6 analogues aux bagues 2 décrites en références aux figures 1 et 2. Ces bagues présentent toutes  
15           sensiblement les mêmes seuils de rupture, relativement élevés.

          Le tronçon d'extrémité amont, référencé 5B, est également pourvu d'un ensemble de bagues similaires 7, mais dont le seuil de rupture est sensiblement inférieur à celui des bagues 6. Cependant, ce seuil de rupture n'est pas négligeable.

          Le manchon 5 peut donc contenir un fluide de pression non négligeable  
20           sans se déformer radialement.

          Grâce à cette disposition, il est possible de donner au manchon une certaine rigidité, en y introduisant un fluide sous pression, sans risque de provoquer son expansion. Ceci peut être utile pour l'introduction du manchon dans certains puits ou canalisations notamment non rectilignes, la rigidité du manchon facilitant son guidage.

25           Une fois que le manchon a été correctement positionné, on va augmenter la pression interne pour provoquer son expansion en deux temps, tout d'abord celle de l'extrémité 5B par rupture progressive des bagues 7, puis - sous une pression encore plus forte - l'expansion progressive de la partie 5A par rupture des bagues 6 successivement.

          Le manchon 5 est également associé à une préforme, comme le manchon 1 du mode de réalisation précédent, mais celle-ci n'a pas été représentée à la figure 9 pour ne pas l'alourdir inutilement.

          De la même manière, le manchon 8 schématiquement représenté à la figure 10 est associé à une préforme non représentée.

          Dans cette variante de manchon, un tronçon médian 8B est dépourvu de  
35           bagues de contention, sur une certaine longueur  $L_B$ , réduite. En revanche, des bagues 9 similaires aux bagues 2 du premier mode de réalisation sont prévues sur chacun des

tronçons d'extrémité 8A et 8C, de grande longueur, sont respectivement référencées  $L_A$  et  $L_C$ .

5 Selon cette variante, c'est la zone médiane 8B qui va s'expanser prioritairement et s'appliquer contre la paroi du puits ou de la canalisation, la propagation de l'expansion du manchon se faisant progressivement à partir de cette zone en direction de chacune des deux extrémités du manchon, avec refoulement simultané du liquide contenu dans les puits ou la canalisation vers chacune de ces extrémités.

10 Bien entendu, la zone médiane 8B pourrait également être munie de bagues similaires aux bagues 7 de la figure 9, et dont le seuil de rupture serait inférieur à celui des bagues 9.

Les bagues de contention qui, conformément à la présente invention, équipent un manchon radialement déformable ne sont pas obligatoirement noyées à l'intérieur de la paroi dudit manchon. Elle pourrait en effet être disposées à l'extérieur de celui-ci.

15 Le manchon selon l'invention n'est pas obligatoirement un outil servant à dilater une préforme initialement souple, durcissable in situ.

Le manchon selon l'invention peut également servir d'outil obturateur du genre "packer".

20 Le manchon pourrait constituer la préforme elle-même, les bagues de contention étant par exemple noyées dans la résine polymérisable constitutive de la préforme, entre deux peaux élastiques.

### REVENDICATIONS

1. Manchon tubulaire gonflable et radialement déformable (1 ; 5 ; 8), pour le tubage ou l'obturation d'un puits (P) ou d'une canalisation, caractérisé par le fait que sa paroi est munie d'une série de bagues de contention frangibles (2 ; 6 ; 9) décalées axialement les unes par rapport aux autres, et aptes à se rompre les unes après les autres suivant la direction longitudinale du manchon lorsqu'il est gonflé par un fluide interne sous pression.

2. Manchon selon la revendication 1, caractérisé par le fait que lesdites bagues (2 ; 6 ; 9) sont régulièrement espacées les unes des autres, d'un écartement constant (e).

3. Manchon selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il présente un tronçon (1B ; 8B) dépourvu de bague.

4. Manchon selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé par le fait qu'il présente un tronçon (5B) qui est muni de bagues (7) dont le seuil de rupture est sensiblement plus faible que celui des autres bagues (6).

5. Manchon selon la revendication 3 ou 4, caractérisé par le fait que ledit tronçon (1B ; 5B) dépourvu de bague ou muni de bagues (7) à seuil de rupture plus faible, est une zone d'extrémité du manchon.

6. Manchon selon la revendication 3 ou 4, caractérisé par le fait que ledit tronçon (8B) dépourvu de bague, ou muni de bagues à seuil de rupture plus faible, est une zone médiane du manchon.

7. Manchon selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé par le fait que lesdites bagues (2 ; 6, 7 ; 9) sont toriques.

8. Manchon selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que lesdites bagues (2 ; 6, 7 ; 9) sont noyées à l'intérieur de sa paroi.

9. Manchon selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé par le fait qu'il est formé dans un matériau élastomère synthétique.

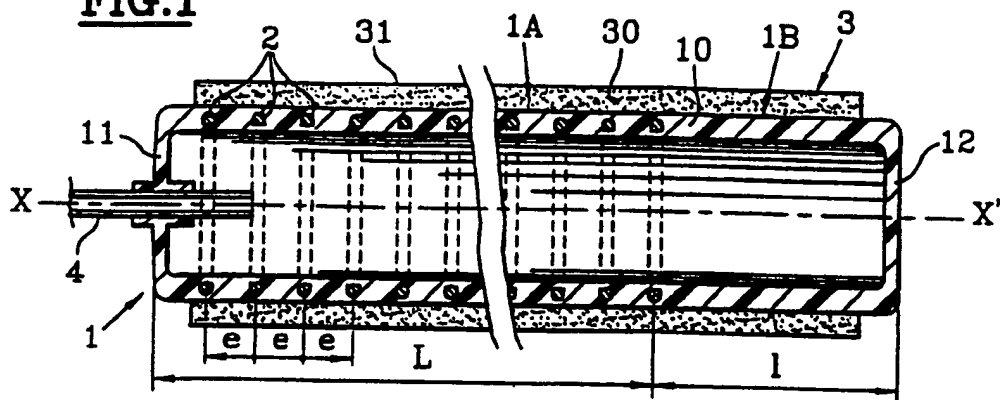
10. Manchon selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait qu'il constitue un outil servant à dilater une préforme souple et radialement déformable (3), durcissable in situ pour former le tubage (3') du puits (P) ou de la canalisation.

11. Manchon selon la revendication 10, caractérisé par le fait qu'il est solidaire initialement de la préforme (3) et qu'il est extractible en fin d'opération.

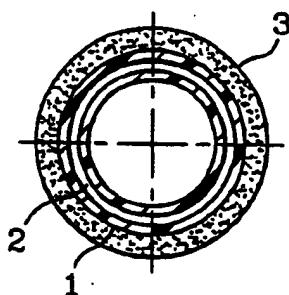
12. Manchon selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait qu'il constitue un outil d'obturation du puits (P) ou de la canalisation.

13. Manchon selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé par le fait qu'elle constitue une préforme souple et radialement déformable (3), durcissable in situ  
5 pour former le tubage du puits (P) ou de la canalisation.

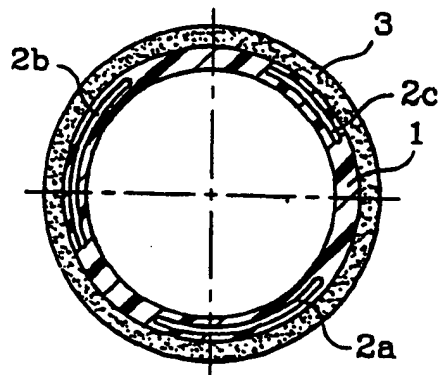
**FIG.1**



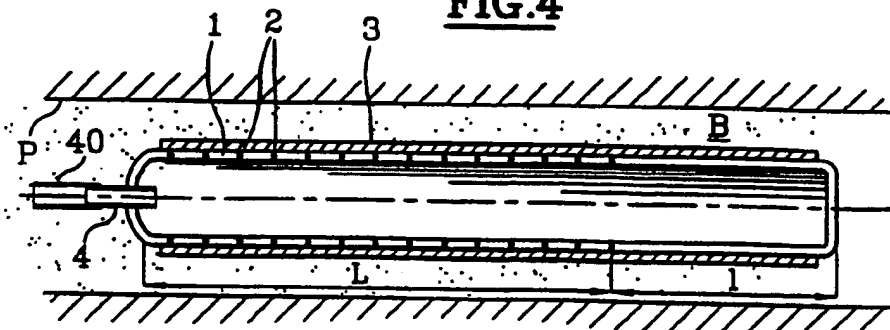
**FIG.2**



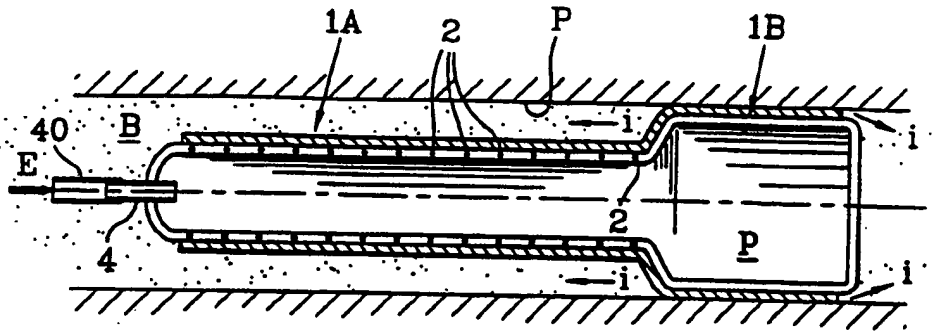
**FIG.3**



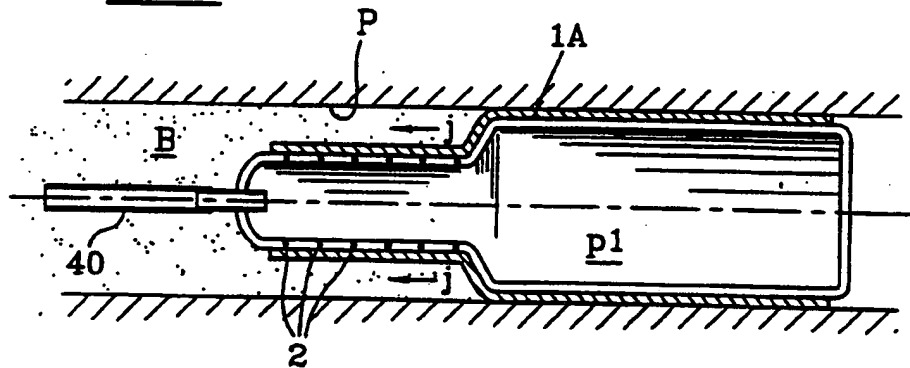
**FIG.4**



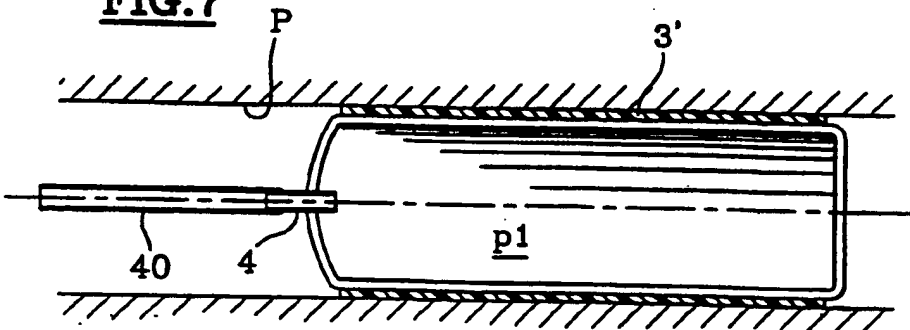
**FIG.5**

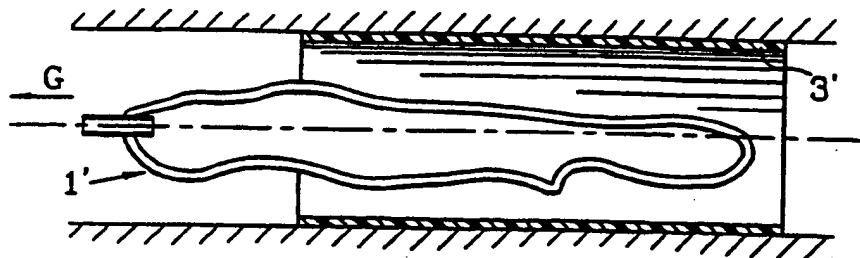
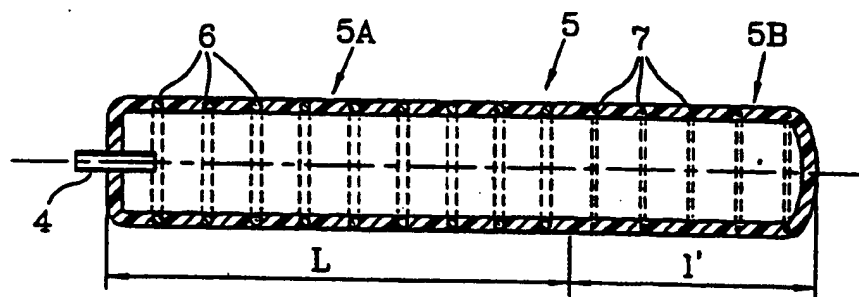
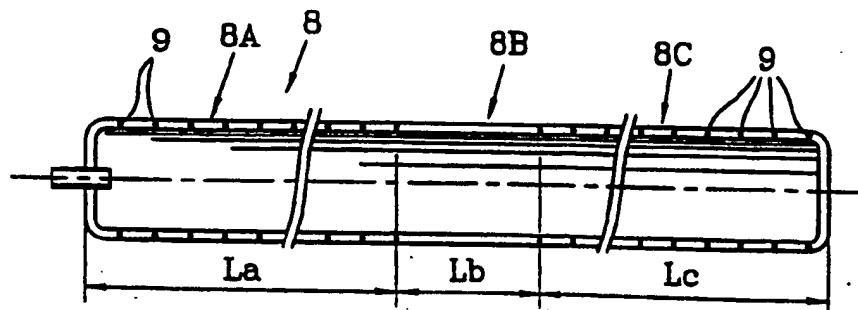


**FIG.6**



**FIG.7**



**FIG.8****FIG.9****FIG.10**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 96/01226

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 E21B43/10 E21B33/127 E21B29/10 F16L55/132

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 E21B F16L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US,A,4 781 249 (WOOD) 1 November 1988 see column 3, line 61 - column 4, line 7 ---	1-9,12
A	US,A,5 417 289 (CARISELLA) 23 May 1995 see column 5, line 42 - line 49 ---	1
A	US,A,5 000 261 (FITZGIBBON) 19 March 1991 see column 4, line 41 - line 48 ---	1
A	US,A,4 979 570 (MODY) 25 December 1990 see column 4, line 31 - line 43 ---	1
A	GB,A,2 247 263 (BAKER HUGHES INCORPORATED) 26 February 1992 see the whole document ---	1
A	DE,A,27 28 056 (ARIKAN) 11 January 1979 see page 14, line 9 - line 19; figure 5 ---	1
-/--		

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reasons (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 December 1996

Date of mailing of the international search report

16.12.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2220 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 631 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sogno, M



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/FR 96/01226

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to class No.
A	WO,A,91 18189 (NOBILEAU) 28 November 1991 cited in the application ---	1-9,12
A	WO,A,94 21887 (DRILLFLEX) 29 September 1994 cited in the application ---	
A	WO,A,94 25655 (DRILLFLEX) 10 November 1994 cited in the application ---	
P,X	US,A,5 469 919 (CARISELLA) 28 November 1995 see column 4, line 5 - column 5, line 3 -----	

Form PCT/ISA/210 (continuation of annex sheet) (July 1992)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/FR 96/01226

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4781249	01-11-88	CA-A- 1219205 US-A- 4897139 US-A- 4967846	17-03-87 30-01-90 06-11-90
US-A-5417289	23-05-95	NONE	
US-A-5000261	19-03-91	NONE	
US-A-4979570	25-12-90	AU-B- 625650 AU-A- 6681890 CA-A- 2829294 GB-A,B 2239473	16-07-92 06-06-91 29-05-91 03-07-91
GB-A-2247263	26-02-92	US-A- 5101908 CA-A- 2049686 DE-A- 4127923 NL-A- 9101426	07-04-92 24-02-92 26-03-92 16-03-92
DE-A-2728056	11-01-79	NONE	
WO-A-9118180	28-11-91	FR-A- 2662207 FR-A- 2668241 FR-A- 2671787 AU-B- 667661 AU-A- 7962591 CA-C- 2083156 EP-A- 0527932 US-A- 5337823	22-11-91 24-04-92 24-07-92 04-04-96 10-12-91 19-03-96 24-02-93 16-08-94
WO-A-9421887	29-09-94	FR-A- 2703102 AU-A- 6285994 EP-A- 0689637	30-09-94 11-10-94 03-01-96
WO-A-9425655	10-11-94	FR-A- 2704898 AU-B- 673261 AU-A- 6660194 CA-A- 2162035 CN-A- 1122619 EP-A- 0698136 JP-T- 8509532	10-11-94 31-10-96 21-11-94 10-11-94 15-05-96 28-02-96 08-10-96

Form PCT/ISA/210 (patent family sheet) (July 1993)

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/FR 96/01226

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO-A-9425655		NO-A- 954299	07-12-95
US-A-5469919	28-11-95	US-A- 5564504	15-10-96

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De internationale No

PCT/FR 96/01226

<b>A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE</b> CIB 6 E21843/10 E21833/127 E21829/10 F16L55/132		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
<b>B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE</b> Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 6 E21B F16L		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électroniques consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS</b>		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US,A,4 781 249 (WOOD) 1 Novembre 1988 voir colonne 3, ligne 61 - colonne 4, ligne 7 ---	1-9,12
A	US,A,5 417 289 (CARISELLA) 23 Mai 1995 voir colonne 5, ligne 42 - ligne 49 ---	1
A	US,A,5 000 261 (FITZGIBBON) 19 Mars 1991 voir colonne 4, ligne 41 - ligne 48 ---	1
A	US,A,4 979 570 (MODY) 25 Décembre 1990 voir colonne 4, ligne 31 - ligne 43 ---	1
A	GB,A,2 247 263 (BAKER HUGHES INCORPORATED) 26 Février 1992 voir le document en entier ---	1
-/-		
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en abrégé		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état global de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou être pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (elle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tout autre moyen "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "Z" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée  6 Décembre 1996		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale  10.12.96
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5118 Patentaan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tél. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 631 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé  Sogno, M.

Formulaire PCT/ISA/210 (double face recto) (juillet 1992)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De internationale No  
PCT/FR 96/01226

C(Notes) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	DE,A,27 28 056 (ARIKAN) 11 Janvier 1979 voir page 14, ligne 9 - ligne 19; figure 5 ---	1
A	WO,A,91 18180 (NOBILEAU) 28 Novembre 1991 cité dans la demande ---	
A	WO,A,94 21887 (DRILLFLEX) 29 Septembre 1994 cité dans la demande ---	
A	WO,A,94 25655 (DRILLFLEX) 10 Novembre 1994 cité dans la demande ---	
P,X	US,A,5 469 919 (CARISELLA) 28 Novembre 1995 voir colonne 4, ligne 5 - colonne 5, ligne 3 -----	1-9,12

Formulaires PCT/ISA/210 (suite de la dernière feuille) (juillet 1992)

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Résumé relatif aux membres de familles de brevets

Doc. Int. Internationale No

PCT/FR 96/01226

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US-A-4781249	01-11-88	CA-A- 1219205 US-A- 4897139 US-A- 4967846	17-03-87 30-01-90 06-11-90
US-A-5417289	23-05-95	AUCUN	
US-A-5000261	19-03-91	AUCUN	
US-A-4979570	25-12-90	AU-B- 625650 AU-A- 6681890 CA-A- 2029294 GB-A,B 2239473	16-07-92 06-06-91 29-05-91 03-07-91
GB-A-2247263	26-02-92	US-A- 5101908 CA-A- 2049686 DE-A- 4127923 NL-A- 9101426	07-04-92 24-02-92 26-03-92 16-03-92
DE-A-2728056	11-01-79	AUCUN	
WO-A-9118180	28-11-91	FR-A- 2662207 FR-A- 2668241 FR-A- 2671787 AU-B- 667661 AU-A- 7962691 CA-C- 2083156 EP-A- 0527932 US-A- 5337823	22-11-91 24-04-92 24-07-92 04-04-96 10-12-91 19-03-96 24-02-93 16-08-94
WO-A-9421887	29-09-94	FR-A- 2703102 AU-A- 6285994 EP-A- 0689637	30-09-94 11-10-94 03-01-96
WO-A-9425655	10-11-94	FR-A- 2704898 AU-B- 673261 AU-A- 6660194 CA-A- 2162035 CN-A- 1122619 EP-A- 0698136 JP-T- 8509532	10-11-94 31-10-96 21-11-94 10-11-94 15-05-96 28-02-96 08-10-96

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

D. ate internationale No  
PCT/FR 96/01226

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevets(s)	Date de publication
W0-A-9425655		NO-A- 954299	07-12-95
US-A-5469919	28-11-95	US-A- 5564504	15-10-96



## International Bureau

INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE TERMS OF THE  
PATENT COOPERATION TREATY (PCT)



***FOR INFORMATION ONLY***

**Codes used to identify the States that are party to the PCT, on the cover pages of brochures publishing international applications in virtue of the PCT.**

**[see original for codes]**

## INFLATABLE TUBULAR SLEEVE FOR CASING OR OBTURATING A WELL OR A PIPE

The present invention concerns an tubular sleeve that is inflatable and radially deformable, used for casing or obturating a well or a pipe.

For casing an oil well bore-hole, as well as for similar applications, preforms have  
5 already been proposed that are tubular, flexible, and can be hardened in situ. They are intended to be put in place in the radially folded or unexpanded state—a state in which they take up small radial space—then are unfolded and/or radially expanded by application of an interior pressure, before being hardened in situ, particularly by polymerization.

Preforms of this type are described for example in the documents WO-91/18180,  
10 WO-94/21887 and WO-94/25655.

The term “radially deformable” will be used to designate sleeves that can be radially deployed either by simple unfolding (as is the case for the preform described in WO-91/18180 in particular), or that can be simply expanded radially (without unfolding), by increasing their diameter under the effect of an internal pressure, or that can be successively unfolded and  
15 expanded (as is the case for the matrix and preform of the document WO-94/25655 in particular).

The invention was designed for a sleeve used as a tool to expand a preform, this tool being of the same general type as the preform expansion tool—called matrix—described in the above-mentioned WO-94/25655. This matrix is initially attached to the preform, mounted inside it. After inflation of the matrix/preform assembly, and solidification of the preform, the matrix is  
20 removed.

However, the invention also applies to sleeves used as obturation tools for the wall of a well, to prevent leaks of fluid, this tool being commonly called in the industry by its English name “packer”.

In one possible embodiment, the tubular sleeve of the invention can also consist of the  
25 preform itself.

During the radial deformation operation (by unfolding and/or expansion) of such a sleeve inside a well or a pipe, there is a risk, if the expansion of the preform is not controlled, of pockets of liquid forming, trapped between the sleeve and the wall of the well or the pipe. Indeed, in oil well drilling or similar applications it is common for the well or pipe to be filled with water, mud  
30 or other liquid.

This obviously poses a problem because the sleeve, or the preform that encloses it, can not be correctly applied against the wall of the well or pipe, and the casing obtained is not perfectly cylindrical and is not properly anchored.

For inflatable membranes with which packer tools are equipped, attempts have been made to overcome this difficulty by varying the composition of the material comprising the membrane—or sleeve—(with a synthetic rubber base) from one end to the other, so that its resistance to radial expansion varies progressively. Thus, when a fluid under pressure is introduced into the tool, the membrane expands progressively from one end to the other of the tool, which makes it possible uniformly to force out the fluid trapped between the membrane and the well or pipe, as the operation progresses, toward the end that has the strongest resistance to the expansion, the end where the expansion will occur last.

Although this technique is satisfactory in principle, it is difficult and costly to implement because the composition of the material comprising the sleeve is not the same for the whole product. The variation in this composition is difficult to control, and above all, it can not be used with very long sleeves.

For this reason, an objective of the present invention is to propose a sleeve of the type mentioned above, intended to be used for casing a well or a pipe, particularly for oil applications, this sleeve having a structure such that its expansion is also done progressively from one end to the other in a manner that is perfectly controlled, regardless of its length.

This result is achieved, according to the invention, due to the fact that the wall of the sleeve is provided with a series of identical breakable constraining rings, axially offset with respect each other and intended to be broken one after the other in the longitudinal direction of the sleeve when it is inflated by an internal pressure fluid.

Moreover, according to a number of non-limiting advantageous characteristics of the invention:

- the rings are uniformly spaced from each other, with a constant separation;
- the sleeve has one section that does not have a ring;
- the sleeve has one section that is provided with rings that have an appreciably lower breaking point than the other rings;
- the section that has no rings or that has rings with a lower breaking point is an end area of the sleeve;

– the section that has no rings, or that has rings with a lower breaking point, is a middle area of the sleeve;

– the rings are toroidal;

– the rings are embedded in the wall of the sleeve;

5      – the sleeve is formed from a synthetic elastomer material;

– the sleeve comprises a tool used to expand a flexible and radially deformable preform that can be cured in situ, to form the casing of the well or the pipe;

– this sleeve is initially attached to the preform and can be extracted after the operation.

– the sleeve comprises an obturating tool ("packer") for the well or the pipe;

10      – the sleeve comprises the flexible and radially deformable preform, which can be cured in situ to form the casing of the well or the pipe, after solidification.

Other characteristics and advantages of the invention will appear from the description and the appended drawings that represent, simply by way of example, some non-limiting embodiments thereof.

15      In these drawings:

– figure 1 is a longitudinal cross-sectional view of an assembly composed of an inflatable tubular sleeve according to the invention, housed inside a preform that is flexible and curable in situ;

20      – figures 2 and 3 are transversal cross-sectional views of the preform of figure 1, respectively before and after radial extension;

– figures 4 to 8 are diagrammatical views illustrating different stages in the casing of a well using the assembly represented in figures 1 and 2;

– figures 9 and 10 diagrammatically represent variants of the sleeve of figure 1 (without the associated preform).

25      Figure 1 represents, and designates by reference 1, a tool used to expand a flexible preform that can be cured in situ—in a well or a pipe—by polymerization.

30      This tool 1—or matrix—consists of a cylindrical tubular sleeve, in a generally elongated shape, the cylindrical wall of which is referenced as 10. The sleeve is closed at both ends by transverse partitions 11, 12, one of which—in this instance the partition 11—has a nozzle 4 sealably passing through it, which is intended to be connected to a conduit 40 used to introduce a pressure fluid, for example water, inside the sleeve in order to cause the radial expansion thereof.

The material comprising the sleeve is, for example, a synthetic rubber (elastomer) or a material with an elastomer base. This material is the same, and its mechanical characteristics are identical, for the full length of the sleeve. It is therefore possible to produce long lengths.

5 The sleeve 1 is inserted into a preform 3, also tubular, that is initially flexible but can be cured in situ by polymerization.

The preform has a wall composed of a resin 30 that is initially fluid (malleable) but is heat-curable by polymerization. This resin is confined between an outer skin 31, made of flexible elastic material, and the wall 10 of the sleeve, which serves as the inner skin.

The axis of the assembly is referenced XX'.

10 This assembly is of the same general type as the one described in the document WO-94/25655 (in particular, see figures 9 to 12).

Temporary means of connection—not represented—initially provide for the attachment of the sleeve 1 to the preform 3 that encloses it. These means can be broken at the end of the operation (after curing of the preform) which then allows the inner sleeve to be removed, as will  
15 be explained further on.

According to one essential characteristic of the invention, the wall of the sleeve 1 is provided with a series of breakable constraining rings that are axially offset from each other and can be broken under the effect of an expansion force that exceeds a specific threshold, under the effect of an internal pressure intended to expand them radially.

20 The breaking point of all of the rings 2 is appreciably identical.

These rings are regularly spaced from each other, at a constant spacing e.

As can be seen in figure 1, the entire sleeve 1 is not provided with rings. They are provided only on one section 1A that corresponds to the major part of the sleeve, with a length L, at the end with the nozzle 4, or the upstream end.

25 By convention, the end of the well that opens outward, through which the inflation fluid arrives from the wellhead, will be designated as the "upstream" end.

The section at the opposite (downstream) end, with a shorter length l (very significantly less than L), is not fitted with rings.

30 Preferably, the rings 2 are toroidal, that is, they have a circular shape and a cross section that is also circular, but this is not essential.

Each ring can be advantageously comprised of a wire, for example of plastic or metal, wound on itself in several turns to form a ring.

Preferably, the rings are coated with a substance that facilitates their sliding with respect to the elastomer material in which they are embedded. Such a substance, for example, is silicone oil.

This reduces the risk of tearing the wall of the sleeve when the rings break, and facilitates the sliding of the rings on the wall 10 of the sleeve, which sliding is necessary for their expansion.

By way of non-limiting example, the following dimensional values are given:

- total length  $L + l$  of the sleeve: 20 m.
- 10 - length  $L$  of the section 1A fitted with rings: 18 m.
- length  $l$  of the section 1B that has no rings: 2 m.
- distance  $e$  between rings: 10 mm.
- thickness (in the radial direction) of the wall 10 of the matrix: 10 mm.
- thickness (in the radial direction) of the wall 30 of the preform: 10 mm.
- 15 - diameter of the matrix/preform assembly before inflation (state shown in figure 2: 100 mm).
- diameter of this assembly after inflation (figure 3): 160 mm.

Figure 4 represents the initial phase of casing an oil well bore-hole the wall of which, referenced P, is approximately cylindrical.

20 In the drawings the well is horizontal. However, it can be in any direction, including vertical, in which case the invention remains applicable.

The diameter of the preform/matrix assembly is selected so that in the radially expanded state the preform can be suitably applied against the wall P in order to be used as the casing for the well.

25 The matrix/preform assembly is put in place by means of a known appropriate tool, from outside the well, from left to right in reference to figure 4. In this figure, the matrix/preform assembly is in the desired position with respect to the area of wall P to be cased.

This assembly is immersed in a liquid, such as mud, referenced B, that is present in the well.

30 It is possible to introduce from the wellhead a liquid under pressure, such as water, into the sleeve 1 via the conduit 40 and the nozzle 4.

As is well known, the fluid under pressure will inflate the sleeve 1, and the preform that encloses it, the assembly being radially expanded against the wall P.

In the absence of the rings 2, this expansion occurs in an uncontrolled manner, which would risk creating, outside the matrix/preform assembly, pockets in which a certain volume of liquid B would be trapped, thus hindering the casing operation.

As a result of the arrangement according to the invention, under the effect of the pressure  $p$  of the pressure liquid introduced into the sleeve (arrow F in figure 5), the downstream area 1B will be expanded first because it has no constraining rings and is therefore capable of greater deformation than the rest 1A of the sleeve. This expansion is accompanied by a decrease in the axial dimension of this part 1B, which, by means of the section of preform that encloses it, is applied against the wall P. During this expansion, the mud that is outside this area is forced both upstream and downstream, as symbolized by the arrows i in figure 5

The risk of formation of pockets around the section 1B is reduced because this area has a limited length l.

If the pressure of the liquid contained inside the sleeve continues to be increased, to bring it to a value  $p_1$ , higher than  $p$ , after a certain time the ring 2 located farthest downstream will be broken. Indeed, as can be easily demonstrated by calculation, it is this ring that is subjected to the greatest expansion force. Once it has broken, it is the next ring upstream that will be broken.

A progressive breaking is thus observed of all the rings 2, one after the other, from downstream to upstream (from right to left) in figures 5 and 6.

As a result of this controlled propagation of the expansion front, the liquid B that is present between the preform and the wall p is progressively forced out, both downstream as well as upstream, as symbolized by the arrows j. This forcing prevents the formation of pockets, the disadvantage of which was mentioned above.

Once all of the rings are broken and the preform is fully applied against the wall P, it is then polymerized by heat. This operation can be done, for example, by introducing a hot liquid inside the matrix and/or by the Joule effect, by means of an electrical conductor (heating wire) embedded in the matrix or in the preform.

By way of example, the inflation pressures  $p$  and  $p_1$  are respectively on the order of 5 and 15 bars.

Figure 3 illustrates an expansion operation during which the ring 2 has been broken in three pieces, 2a, 2b and 2c. It could be broken at a single point, or into a larger number of pieces. It goes without saying that the rings must also be

flexible so that their curvature can be changed to follow that of the sleeve after the ring breaks. As already mentioned, the rings are advantageously coated with a material to facilitate the relative sliding of the ring—or of the pieces of ring—with respect to the material of the wall of the sleeve after the ring is broken.

5       After solidification of the preform, which has become a rigid casing 3' (figure 7), the matrix is removed as symbolized by the arrow G in figure 8.

In the embodiment just described, the expansion of the matrix/preform assembly was done solely by radial expansion. It goes without saying, however, that the invention also applies to assemblies that are initially folded longitudinally (in "U" shape or snail shape), as represented  
10       in particular in WO-91/18180 or in WO-94/25655 (figures 6A and 6B).

The sleeve, referenced 5, which is the object of the variant represented in figure 9, has a principal section 5A with length L fitted with rings 6 that are similar to the rings 2 described with reference to figures 1 and 2. These rings all have the appreciably the same relatively high breaking points.

15       The upstream end section, referenced 5B, is also fitted with a set of similar rings 7, but these have a breaking point that is appreciably lower than that of the rings 6. However, this breaking point is not negligible.

The sleeve 5 can therefore contain a fluid under a pressure that is not negligible, without becoming radially deformed.

20       As a result of this arrangement, it is possible to give the sleeve a certain rigidity by introducing a pressure fluid therein, without the risk of causing its expansion. This can be useful for introducing the sleeve into certain wells or pipes, particularly non-rectilinear ones, because the rigidity of the sleeve facilitates the guiding of it.

Once the sleeve has been correctly positioned, the internal pressure will be increased to  
25       cause it to expand twice, first at the end 5B by progressively breaking the rings 7, then—under an even higher pressure—the progressive expansion of the part 5A by successively breaking the rings 6.

The sleeve 5 is also associated with a preform, like sleeve 1 in the previous embodiment, but the preform is not represented in figure 9 in order not to encumber it unnecessarily.

30       In the same way, the sleeve 8, diagrammatically represented in figure 10, is associated with a preform that is not represented.

In this sleeve variant, a middle section 8B does not have constraining rings along a certain reduced length  $L_B$ . On the other hand, the rings 9, which are similar to the rings 2 of the first embodiment, are provided on each of the



end sections 8A and 8C, of greater length, respectively referenced  $L_A$  and  $L_C$ .

According to this variant, the middle area 8B will expand first and be applied against the wall of the well or pipe, the propagation of the expansion of the sleeve occurring progressively from this area toward each of the ends of the sleeve, simultaneously forcing the liquid contained  
5 in the well or pipe toward each of these ends.

Of course, the middle area 8B could also be fitted with rings similar to the rings 7 of figure 9, with a breaking point that would be lower than that of the rings 9.

The constraining rings that, according to the present invention, equip a radially deformable sleeve, are not necessarily embedded inside the wall of said sleeve. It [sic] could  
10 instead be placed on the outside thereof.

The sleeve according to the invention is not necessarily a tool used to expand a preform that is initially flexible, curable in situ.

The sleeve according to the invention can also be used as a "packer" type obturating tool.

The sleeve could constitute the preform itself, the constraining rings being, for example,  
15 embedded in the polymerizable resin comprising the preform, between two elastic skins.

CLAIMS

1. Inflatable and radially deformable tubular sleeve (1; 5; 8) for the casing or obturation of a well (P) or a pipe, characterized by the fact that is provided with a series of identical breakable constraining rings (2; 6; 9) axially offset with respect each other and intended to be  
5 broken one after the other in the longitudinal direction of the sleeve when it is inflated by an internal pressure fluid.

2. Sleeve according to claim 1, characterized by the fact that said rings (2; 6; 9) are uniformly spaced from each other, with a constant separation (e).

3. Sleeve according to either of claims 1 or 2, characterized by the fact that it has one  
10 section (1B; 8B) that does not have a ring.

4. Sleeve according to either of claims 1 or 2, characterized by the fact that it has one section (5B) that is provided with rings (7) that have an appreciably lower breaking point than the other rings (6).

5. Sleeve according to either of claims 3 or 4, characterized by the fact that said section  
15 (1B; 5B) that has no rings or that has rings (7) with a lower breaking point is an end area of the sleeve.

6. Sleeve according to either of claims 3 or 4, characterized by the fact said section (8B) that has no rings, or that has rings with a lower breaking point, is a middle area of the sleeve;

7. Sleeve according to any of claims 1 to 6, characterized by the fact that said rings (2; 6,  
20 7; 9) are toroidal.

8. Sleeve according to any of claims 1 to 7, characterized by the fact the rings (2; 6, 7; 9) are embedded in the wall of the sleeve.

9. Sleeve according to any of claims 1 to 8, characterized by the fact the sleeve is formed from a synthetic elastomer material.

25 10. Sleeve according to any of claims 1 to 9, characterized by the fact the sleeve comprises a tool used to expand a flexible and radially deformable preform (3) that can be cured in situ to form the casing (3') of the well (P) or the pipe.

11. Sleeve according to claim 10, characterized by the fact that it is initially attached to the preform (3) and can be extracted after the operation.

12. Sleeve according to any of claims 1 to 9, characterized by the fact the sleeve comprises an obturating tool for the well (P) or the pipe.

13. Sleeve according to any of claims 1 to 9, characterized by the fact it comprises the flexible and radially deformable preform (3), which can be cured in situ to form the casing of the  
5 well (P) or the pipe.

FIG. 1

FIG. 2

FIG. 3

FIG. 4

**FIG. 5**

**FIG. 6**

**FIG. 7**

**FIG. 8**

**FIG. 9**

**FIG. 10**